

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-180263

出 願 人

Applicant(s):

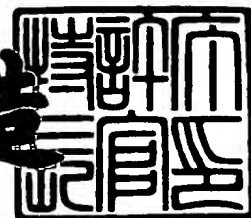
古河電気工業株式会社
関西電力株式会社

#2
Friedrich
10-4-19

2001年 3月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3025449

【書類名】 特許願

【整理番号】 A00001

【提出日】 平成12年 6月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01B 5/10

【発明の名称】 架空線

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 菊池 直志

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県尼崎市若王寺3丁目11番20号 関西電力株式会社 総合技術研究所内

【氏名】 川端 欣哉

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県尼崎市若王寺3丁目11番20号 関西電力株式会社 総合技術研究所内

【氏名】 雪野 昭寛

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県尼崎市若王寺3丁目11番20号 関西電力株式会社 総合技術研究所内

【氏名】 石田 博孝

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000156938

【住所又は居所】 大阪市北区中之島3丁目3番22号

【氏名又は名称】 関西電力株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078329

【住所又は居所】 東京都千代田区神田松永町7番地 ヤマリビル403
若林特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 若林 広志

【電話番号】 3251-4109

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006792

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001115

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 架空線

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

断面形状が、直径 $d = 18 \sim 52 \text{mm}$ の円に内接する正多角形で、各頂点に円弧状溝を設けた形になっていて、

正多角形の角数 N が直径 d との関係で次の条件を満足し、

$$N = 13.0 + 0.092 d + 0.0031 d^2$$

正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H が直径 d との関係で次の条件を満足し、

$$0.00543 d \leq H \leq 0.00865 d$$

頂点の円弧状溝の半径 R が深さ H との関係で次の条件を満足する、

$$4.960 H \leq R \leq 8.802 H$$

ことを特徴とする架空線。

【請求項 2】

正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H が直径 d との関係で、

$$0.00656 d \leq H \leq 0.00773 d$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の架空線。

【請求項 3】

頂点の円弧状溝の半径 R が深さ H との関係で、

$$5.834 H \leq R \leq 7.082 H$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の架空線。

【請求項 4】

正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H が直径 d との関係で、

$$H = 0.00721 d$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の架空線。

【請求項 5】

頂点の円弧状溝の半径 R が深さ H との関係で、

$$R = 6.716 H$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 4 に記載の架空線。

【請求項 6】

最外層が、断面台形で外側の両角部に円弧状溝を有するセグメント素線を撚り合わせて構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の架空線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、架空送電線又は架空地線などの架空線に関し、特に台風時のように強風と降雨が同時に存在する条件下で風圧荷重の少ない架空線に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、架空送電線には、鋼撚線のアルミ線を撚り合わせた鋼心アルミ撚線（ACSR）が多用されている。この種の電線で風圧荷重の低減を図ったものとしては、次のような電線が公知である。

【0003】

(1) 鋼撚線の上にアルミ線を撚り合わせ、最外層に断面扇形のセグメント素線を撚り合わせ、セグメント素線の角部を外凸の円弧面に形成し、角部円弧面の曲率半径を特定値に設定して、低風圧化を図ったもの。

(2) 最外層の表面を波形にして、低風圧化を図ったもの。

(3) 最外層に断面扇形のセグメント素線を撚り合わせ、セグメント素線の隣接部の表面側に円弧状溝を設けて、風圧荷重を低減したもの。

(4) 断面形状を正多角形にして、各頂点に円弧状溝を設けることにより、風圧荷重を低減したもの。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしこれらの電線は、風洞内に降雨状態をシュミレートするため水滴を発生させるグリッドを設け、風速40m/秒の風と、降水量16mm/10分の降雨を同時に再現した風洞実験を実施すると、降雨による水滴が電線表面に付着し、設計時に

想定している電線表面形状と著しく異なる表面形状になることが判明した。すなわち、降雨により電線表面に付着した水滴は、風上側から風下側へ表面を移動して行き、最終的には空気の剥離点に到着するが、剥離点では風の流れが弱いため、水滴はこの位置に溜まって集合し、電線表面に水路のような水溜まりを形成する現象が確認された。

【 0 0 0 5 】

その結果、風洞内で強風＋降雨を再現した実験で得られる電線の抗力係数は、通常の風洞実験すなわち強風だけを再現した実験で得られる電線の抗力係数より大きくなることが明らかとなった。したがって従来の電線は、台風時のような強風＋降雨の条件下では、十分な抗力係数の低減効果が得られないという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、以上のような問題点に鑑み、強風時だけでなく、強風＋降雨時においても風圧荷重を低減できる架空線を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するため、本発明の架空線は、断面形状が、直径 $d = 18 \sim 52 \text{mm}$ の円に内接する正多角形で、各頂点に円弧状溝を設けた形になっていて、

正多角形の角数 N が直径 d との関係で次の条件を満足し、

$$N = 13.0 + 0.092 d + 0.0031 d^2$$

正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H が直径 d との関係で次の条件を満足し、

$$0.00543 d \leq H \leq 0.00865 d$$

頂点の円弧状溝の半径 R が深さ H との関係で次の条件を満足する、

$$4.960 H \leq R \leq 8.802 H$$

ことを特徴とするものである。

【 0 0 0 8 】

本発明の架空線における正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H は、直径 d との関係で、

$$0.00656 d \leq H \leq 0.00773 d$$

なる条件を満足するものであることが好ましい。

また本発明の架空線における頂点の円弧状溝の半径 R は、深さ H との関係で、

$$5.834H \leq R \leq 7.082H$$

なる条件を満足するものであることが好ましい。

【0 0 0 9】

また本発明の架空線における正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H は、直径 d との関係で、

$$H = 0.00721 d$$

なる条件を満足するものであることがより好ましい。

また本発明の架空線における頂点の円弧状溝の半径 R は、深さ H との関係で、

$$R = 6.716 H$$

なる条件を満足するものであることがより好ましい。

【0 0 1 0】

また本発明の架空線は、最外層が、断面台形で外側の両角部に円弧状溝を有するセグメント素線を撚り合わせるにより構成することが好ましい。

【0 0 1 1】

以上のような構成で強風＋降雨時の風圧荷重を低減できることは、以下に説明するように各種の断面形状の架空線について強風＋降雨時を再現した風洞実験を行った結果から明らかになったものである。

【0 0 1 2】

【発明の実施の形態】

図 1 及び図 2 は本発明の一実施形態を示す。この架空送電線は、鋼撚線 1 のまわりに断面円形のアルミ線 2 を撚り合わせ、さらに最外層にアルミのセグメント素線 3 を撚り合わせたものである。各セグメント素線 3 は、断面が実質的に台形で、外側（電線表面側）の両角部に半径 R の円弧状溝 4 が形成されているものである。このようなセグメント素線 3 を最外層に撚り合わせると、電線の断面形状は、直径 d の円に内接する正多角形で、各頂点に半径 R の円弧状溝 4 が設けられた形となる。

【0 0 1 3】

また図 1 の架空送電線は鋼心アルミ撚線の形態であるが、本発明はこれに限られるものではなく、例えばセグメント素線 3 としてアルミ被覆鋼線やアルミ合金線などを使用することも可能であり、またアルミ合金撚線、銅撚線、架空地線などにも同様に適用可能である。

【 0 0 1 4 】

図 1 のような断面形状の電線で、直径 d 、正多角形の角数 N 、円弧状溝 4 の半径 R 及び深さ H を異ならせた各種の電線を製造し、これらの電線について風洞実験を行い、風速 $20 \sim 40 \text{ m/秒}$ 、降雨条件 16 mm/10 分 の範囲で、強風降雨時の抗力係数の測定を実施した。本実験の最高風速を 40 m/秒 と定めたのは、通常、送電線設計時に用いられる最高風速が 40 m/秒 であるからである。また降雨条件は、過去に観察された台風の風速と降水量の記録から採用した値である。電線は、直径 $18 \sim 52 \text{ mm}$ の鋼心アルミ撚線を使用した。比較のため通常の電線（最外層が断面円形の素線で構成された ACSR）についても実験を行った。

本実験のために試作した電線は表 1 のとおりである。なお正多角形の辺の凹み量 D とは頂点と頂点を結ぶ直線からの凹み量（図 2 参照）である。

【 0 0 1 5 】

【表 1】

番号	直径 d (mm)	断面積 (mm ²)	正多角形 の角数 N	頂点の円弧溝 (mm)		正多角形の 辺の凹み量 D (mm)
				半径 R	深さ H	
1-1	18	160	15	0.80	0.12	0
1-2	18	160	16	0.90	0.13	0
1-3	18	160	17	1.00	0.14	0
2-1	22	240	16	1.20	0.17	0
2-2	22	240	16	1.20	0.17	0.10
2-3	22	240	16	1.20	0.17	0.20
2-4	22	240	16	0.80	0.30	0
3-1	28	410	14	1.50	0.22	0.15
3-2	28	410	18	1.30	0.20	0
3-3	28	410	20	1.50	0.18	0
3-4	28	410	24	1.50	0.26	0
4-1	33	610	14	1.80	0.26	0
4-2	33	610	16	1.80	0.26	0.15
4-3	33	610	18	1.80	0.22	0
4-4	33	610	20	1.40	0.24	0
4-5	33	610	22	1.40	0.18	0
5-1	36.6	810	20	1.50	0.20	0
5-2	36.6	810	20	1.70	0.24	0
5-3	36.6	810	22	1.60	0.24	0
5-4	36.6	810	24	1.80	0.30	0
5-5	36.6	810	24	2.50	0.30	0
6-1	46	1160	20	1.24	0.25	0.10
6-2	46	1160	22	1.80	0.25	0
6-3	46	1160	22	2.20	0.25	0
6-4	46	1160	24	2.40	0.35	0
6-5	46	1160	28	1.80	0.28	0
7-1	52	1520	26	2.50	0.36	0
7-2	52	1520	28	2.50	0.38	0
7-3	52	1520	30	2.40	0.45	0
7-4	52	1520	32	2.40	0.45	0
7-5	52	1520	32	2.40	0.20	0
8-1	22.4	240	通常のア C S R			
8-2	28.5	410	通常のア C S R			
8-3	38.4	810	通常のア C S R			
8-4	46.2	1160	通常のア C S R			

【0 0 1 6】

これらの電線について、風速40m/秒+無降雨の条件下での抗力係数と、風速

40 m / 秒 + 降雨強度 16 mm / 10 分の条件下での抗力係数を測定した結果を表 2 に示す。また表 2 には降雨時に抗力係数の低減効果が認められた電線の H/d 、 H/R の値を併せて示した。

【 0 0 1 7 】

なお降雨時の抗力係数の表示方法であるが、抗力係数を求めるときに使う定数は、無降雨時の値と式を使った。したがって、降雨時の抗力測定装置で降雨を停止して抗力を測定すると、通常の風速 40 m / 秒時の抗力係数が求まる。言い換えれば、降雨時の抗力係数は、降雨の効果で電線に加わる荷重の変化を直接的に表している。表 2 中の降雨時の評価で、「効果大」は抗力係数が 0.75 未満、「効果中」は抗力係数が 0.75 以上 0.80 未満、「効果小」は抗力係数が 0.80 以上 0.85 未満、「効果なし」は抗力係数が 0.85 以上である。

【 0 0 1 8 】

【表 2】

番号	風速40m/秒 無降雨の時の 抗力係数	風速40m/秒+降 雨強度16mm/10分 の時の抗力係数	降雨時の 評価	H / d	H / R
1-1	0.962	0.877	効果なし		
1-2	0.958	0.823	効果小	0.00722	0.1444
1-3	0.971	0.842	効果小	0.00778	0.1400
8-1	0.956	0.996			
2-1	0.811	0.788	効果中	0.00773	0.1417
2-2	0.782	0.792	効果中	0.00773	0.1417
2-3	0.751	0.814	効果中	0.00770	0.1417
2-4	0.842	0.882	効果なし		
8-2	0.981	1.021			
3-1	0.722	0.794	効果中	0.00786	0.1467
3-2	0.724	0.763	効果中	0.00714	0.1538
3-3	0.763	0.776	効果中	0.00643	0.1200
3-4	0.812	0.872	効果なし		
4-1	0.824	0.915	効果なし		
4-2	0.758	0.822	効果小	0.00788	0.1444
4-3	0.729	0.781	効果中	0.00667	0.1222
4-4	0.654	0.754	効果中	0.00727	0.1714
4-5	0.651	0.784	効果中	0.00545	0.1286
8-3	0.897	1.037			
5-1	0.721	0.752	効果中	0.00546	0.1333
5-2	0.564	0.739	効果大	0.00656	0.1412
5-3	0.687	0.771	効果中	0.00656	0.1500
5-4	0.728	0.817	効果小	0.00820	0.1200
5-5	0.739	0.918	効果なし		
8-4	0.952	0.989			
6-1	0.723	0.772	効果中	0.00543	0.2016
6-2	0.698	0.767	効果中	0.00543	0.1389
6-3	0.657	0.745	効果大	0.00543	0.1136
6-4	0.712	0.740	効果大	0.00761	0.1458
6-5	0.841	0.882	効果なし		
7-1	0.722	0.785	効果中	0.00692	0.1440
7-2	0.784	0.817	効果小	0.00731	0.1520
7-3	0.791	0.824	効果小	0.00865	0.1875
7-4	0.792	0.818	効果小	0.00865	0.1875
7-5	0.768	0.860	効果なし		
			最小	0.00543	0.1136
			最大	0.00865	0.2016

【 0 0 1 9 】

表 2 の結果より次のようなことが分かる。

* 直径18mmサイズについて(1-1～1-3)：降雨時の抗力係数に低下が生じている

。ただしその効果は小と判断できる。

* 直径22mmサイズについて(2-1~2-4)：降雨時の抗力係数に低下が生じている。このサイズでは、正多角形の辺の部分の凹み量Dと抗力係数の関係を調べたが、凹みがあってもなくても抗力係数に顕著な差はなく、むしろDが小さい方が抗力係数が低くなる傾向が見られる。降雨時の抗力係数が最小の電線は、0.8 を下まわる結果が得られていることより、この電線断面形状の有効性が確認できる。ただしその効果は中と判断できる。

* 直径28mmサイズについて(3-1~3-4)：このサイズでは角数Nを異ならせた。降雨時の抗力係数に低下が生じている。ただしその効果は中と判断できる。

* 直径33mmサイズについて(4-1~4-5)：降雨時の抗力係数に低下が生じている。ただしその効果は中と判断できる。

* 直径36.6mmサイズについて(5-1~5-5)：降雨時の抗力係数に低下が生じている。最も効果が大きかったものは抗力係数=0.739 となり、同じサイズの通常電線の抗力係数=1.037 と比較すると、28.7%の抗力係数低減が確認できた。

* 直径46mmサイズについて(6-1~6-5)：降雨時の抗力係数に低下が生じている。最も効果が大きかったものは抗力係数=0.740 となり、同じサイズの通常電線の抗力係数=1 と比較すると、25.1%の抗力係数低減が確認できた。

* 直径52mmサイズについて(7-1~7-5)：降雨時の抗力係数に低下が生じている。ただしその効果は小と判断できる。

【 0 0 2 0 】

以上の実験結果より各サイズにおいて最も抗力係数低減効果が得られたものを表3にまとめ、角数N、 H/d 、 H/R との関係を整理した。

【 0 0 2 1 】

【表3】

番号	直径 d (mm)	角数 N	風速40m/s 無降雨時の 抗力係数	風速40m/s 降雨時の 抗力係数	降雨時 の評価	H/d	H/R
1-2	18	16	0.958	0.823	効果小	0.00722	0.1444
2-1	22	16	0.811	0.788	効果中	0.00773	0.1417
3-2	28	18	0.724	0.763	効果中	0.00714	0.1538
4-4	33	20	0.654	0.754	効果中	0.00727	0.1714
5-2	36.6	20	0.564	0.739	効果大	0.00656	0.1412
6-4	46	24	0.712	0.740	効果大	0.00761	0.1458
7-1	52	26	0.722	0.785	効果中	0.00692	0.1440
					最小	0.00656	0.1412
					最大	0.00773	0.1714
					平均	0.00721	0.1489

【0022】

表3の電線直径dと角数Nを見ると強い相関が認められる。すなわち直径dから角数Nを求める式は、次の関数式で表現できる。

$$N = 13.0 + 0.092d + 0.0031d^2$$

【0023】

また直径dに対する各頂点の円弧状溝の深さHの関係は、表3のH/dの値をみるとほぼ一定値をとるものと考えられる。したがって表3におけるH/dの最小値から最大値までが効果的な範囲、平均値が好ましい値とすることができる。

すなわち、円弧状溝の深さ H の、

最小値は、 $H/d = 0.00656$ より、 $H = 0.00656 d$

最大値は、 $H/d = 0.00773$ より、 $H = 0.00773 d$

平均値は、 $H/d = 0.00721$ より、 $H = 0.00721 d$

となる。以上が H の効果的な範囲といえる。

【 0 0 2 4 】

以上の範囲は通常電線に比べ20%以上の抗力係数低減を達成できる値であるが、15%以上の抗力係数低減を達成できる円弧状溝の深さ H の範囲を表2の値から同様にして求めると次のようになる。

最小値 $H = 0.00543 d$

最大値 $H = 0.00865 d$

すなわち、この範囲でも抗力係数の低減効果は得られる。

【 0 0 2 5 】

次に各頂点の円弧状溝の深さ H と半径 R の関係は、表3の H/R の値をみるとほぼ一定値をとるものと考えられる。したがって表3における H/R の最小値から最大値までが効果的な範囲、平均値が好ましい値とすることができる。すなわち、円弧状溝の半径 R の、

最小値は、 $H/R = 0.1714$ より、 $R = 5.834 H$

最大値は、 $H/R = 0.1412$ より、 $R = 7.082 H$

平均値は、 $H/R = 0.1489$ より、 $R = 6.716 H$

となる。以上が R の効果的な範囲といえる。

【 0 0 2 6 】

以上の範囲は通常電線に比べ20%以上の抗力係数低減を達成できる値であるが、15%以上の抗力係数低減を達成できる円弧状溝の半径 R の範囲を表2の値から同様にして求めると次のようになる。

最小値 $R = 4.960 H$

最大値 $R = 8.802 H$

すなわち、この範囲でも抗力係数の低減効果は得られる。

【 0 0 2 7 】

次に正多角形の電線断面の辺の部分の凹み量Dについては、表2によれば、降雨条件下ではDの存在による抗力係数低減の効果は認められない。むしろD=0の方が抗力係数低減の効果が出ているので、凹み量はD=0とすることが好ましい。したがって最外層用のセグメント素線を製造する際には、撚線で外側になる面は、撚線時の三次元曲げによる変形を考慮しても、平面にすることが好ましい。

【0028】

以上の実施形態は、鋼心アルミ撚線（ACSR）についての検討結果であるが、本発明は、電線の表面形状に関するものであるので、電線の材質には関係なく、例えば銅架空線、鋼撚線からなる架空地線、配電線などに適用しても同様な効果が得られる。また電線の主たる抗張力体である鋼心部に、温度伸び特性にすぐれたインバー線、炭化ケイ素繊維、炭素繊維、アルミナ繊維又は高強度有機繊維（アラミド繊維等）からなる細線の表面にアルミ、亜鉛、クローム、銅等の金属メッキ又は被覆を施した複合線を用いても同様な効果が得られる。また最外層素線を効果的に位置決めするため、隣接する最外層素線が噛み合うような構造をもつセグメント素線を用いた電線にも適用できる。

【0029】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、強風時だけでなく強風＋降雨時にも風圧荷重の小さい架空線を得ることができる。したがって架空線の支持物に要求される強度を低くでき、架空線路のコスト低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る架空線の一実施形態を示す断面図。

【図2】 本発明に係る架空線の要部を拡大して示す説明図。

【符号の説明】

- 1：鋼撚線
- 2：アルミ線
- 3：セグメント素線
- 4：円弧状溝

d : 直径

R : 円弧状溝 4 の半径

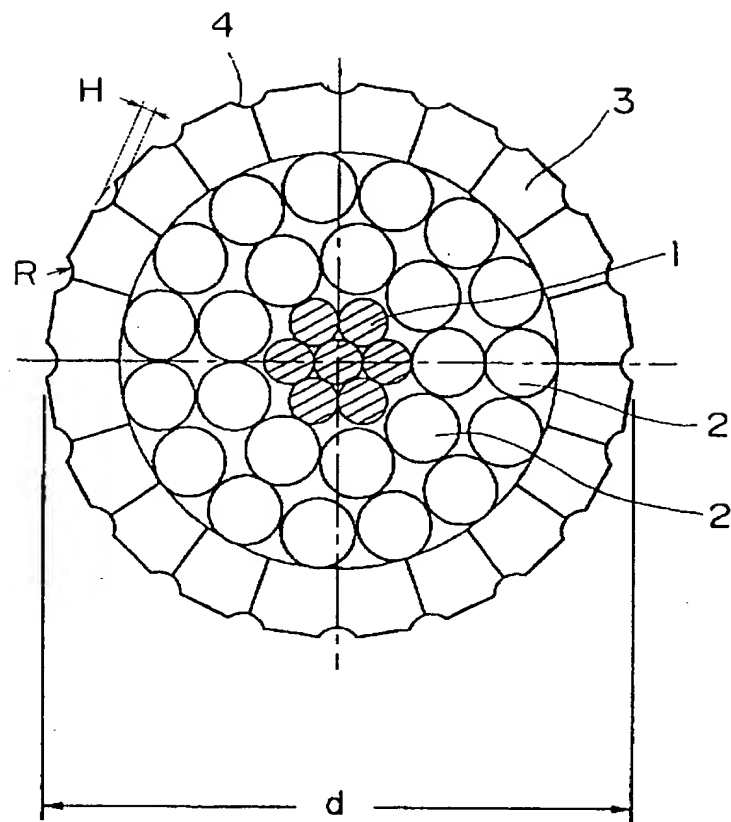
H : 円弧状溝 4 の深さ

D : 正多角形の辺の凹み量

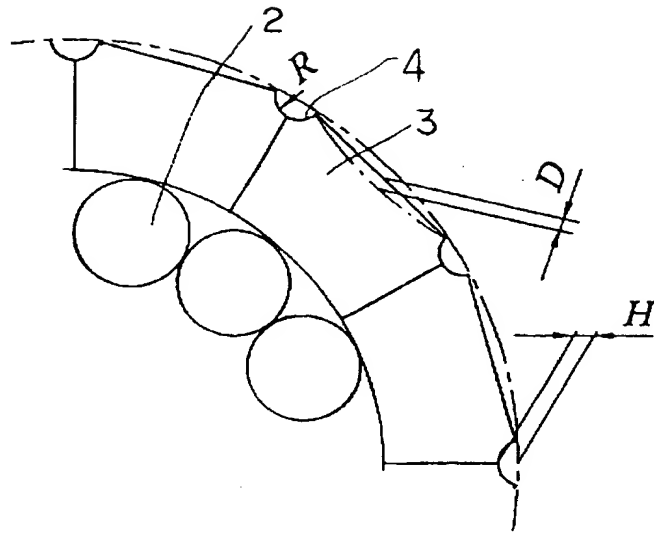
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強風時だけでなく、強風＋降雨時においても風圧荷重を低減できる架空線を提供する。

【解決手段】 断面形状が、直径 $d = 18 \sim 52 \text{mm}$ の円に内接する正多角形で、各頂点に円弧状溝を設けた形の架空線であって、正多角形の角数 N が直径 d との関係で、 $N = 13.0 + 0.092 d + 0.0031 d^2$ なる条件を満足し、正多角形の頂点の円弧状溝の深さ H が直径 d との関係で、 $0.00656 d \leq H \leq 0.00773 d$ （好ましくは $H = 0.00721 d$ ）なる条件を満足し、頂点の円弧状溝の半径 R が深さ H との関係で、 $5.834 H \leq R \leq 7.082 H$ （好ましくは $R = 6.716 H$ ）なる条件を満足するようにしたもの。

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名	古河電気工業株式会社

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000156938]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号

氏 名 関西電力株式会社